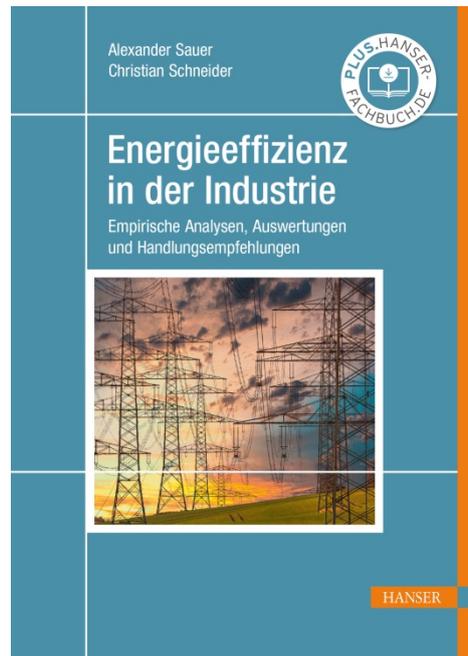


# HANSER



## Leseprobe

zu

## „Energieeffizienz in der Industrie“

von Alexander Sauer und Christian Schneider

Print-ISBN: 978-3-446-46650-0  
E-Book-ISBN: 978-3-446-46724-8

Weitere Informationen und Bestellungen unter  
<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-46650-0>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

# Inhalt

**Geleitworte und Vorwort. . . . . VII**

**Die Autoren. . . . . XVII**

**1 Einleitung. . . . . 1**

1.1 Über das Institut für Energieeffizienz in der Produktion der  
Universität Stuttgart . . . . . 1

1.2 Bedeutung der Energieeffizienz für die Energiewende . . . . . 3

1.3 Energieeffizienz in der Öffentlichkeit . . . . . 8

**2 Messung und Indikatoren von Energieeffizienz. . . . . 13**

2.1 Bestehende Indikatoren im Bereich der Energieeffizienz . . . . . 13

2.2 Der Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie . . . . . 17

2.3 Berechnungsgrundlagen des Energieeffizienz-Index. . . . . 18

**3 Entwicklung des Energieeffizienz-Klimas in der deutschen  
Industrie. . . . . 27**

3.1 Energieeffizienz-Klima anhand von Bedeutung, Investitionen und  
Produktivität. . . . . 28

3.2 Energieeffizienz-Klima im politischen und ökonomischen Kontext . . . . . 34

3.3 Energieeffizienz-Klima in KMU und Großunternehmen . . . . . 41

**4 Anreize und Hemmnisse. . . . . 47**

4.1 Bedeutung der Energieeffizienz . . . . . 47

4.2 Sensibilisierung . . . . . 50

4.3 Anreize für Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen . . . . . 54

4.4 Hemmnisse bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. . . . . 55

<b>5</b>	<b>Wirkung und Potenziale</b> .....	<b>59</b>
5.1	Verantwortung für Energieeffizienzmanagement. ....	59
5.2	Energie-Monitoring in Unternehmen. ....	61
5.3	Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen. ....	67
5.4	Wirkung und Erfolg von Energieeffizienzmaßnahmen .....	70
5.5	Systematische Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz. ....	74
5.6	Innovation und Zukunft im Bereich Energieeffizienz .....	77
<b>6</b>	<b>Investitionen und Finanzierung</b> .....	<b>87</b>
6.1	Entscheidungskriterien für Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen .....	87
6.2	Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen .....	89
<b>7</b>	<b>Institutionelle Rahmenbedingungen</b> .....	<b>93</b>
7.1	Informationsverfügbarkeit zu Fördermitteln für Energieeffizienzmaßnahmen .....	93
7.2	Inanspruchnahme und Zufriedenheit bei Förder- und Beratungsmaßnahmen. ....	95
7.3	Erwartungen der Unternehmen an die Energieeffizienz-Politik .....	101
	<b>Ausblick: Klimaneutralität in der Industrie</b> .....	<b>109</b>
	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>115</b>
	<b>Index</b> .....	<b>121</b>

Unter [plus.hanser-fachbuch.de](http://plus.hanser-fachbuch.de) (Zugangsdaten vorne im Buch) finden Sie folgendes Zusatzmaterial als PDF bzw. Powerpoint-Präsentation:

- Analysen zur Indexauswertung, zu Hemmnissen und zu ausgewählten Fragestellungen
- branchenspezifische Auswertungen im Detail

# Geleitworte und Vorwort

## **Geleitwort Heinz Dürr, Beiratsvorsitzender des Instituts für Energieeffizienz in der Produktion**

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderung der Menschheit. Die Erde erwärmt sich, das Eis schmilzt, der Meeresspiegel steigt, es gibt vermehrt Dürrezeiten, die Vegetation leidet. Der Winter 2020 ist der zweitwärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahre 1881.

Grund für die Erwärmung ist ein steigender CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre. Deshalb will die Staatengemeinschaft die Zunahme der Erderwärmung auf 2 Grad Celsius begrenzen.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat die Bundesregierung die Energiewende im Jahr 2011 angestoßen. Sie ruht im Wesentlichen auf zwei Säulen:

1. Ersatz von fossiler und Kernenergie durch erneuerbare Energiequellen.
2. Erhöhung der Energieeffizienz zur Senkung des Energieverbrauchs.

Da die Energieeffizienz lange eine nachrangige Position in der Diskussion um die Energiewende eingenommen hat, erklärte das Ministerium für Wirtschaft und Energie 2016, unter der damaligen Leitung Sigmar Gabriels, im Grünbuch „Energieeffizienz“ die Energieeffizienz mit dem Prinzip „Efficiency First“ zur ersten Priorität.

Die Energieeffizienz ist das Kernthema des Instituts für Energieeffizienz in der Produktion (EEP). Das Institut wurde von der Heinz und Heide Dürr Stiftung sowie der Karl-Schlecht-Stiftung gegründet. Es ist Teil der Universität Stuttgart und arbeitet eng mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) zusammen. Die Energiewende ist ein Anliegen, welches aufgrund des bereits weit fortgeschrittenen Klimawandels ein besonderes Maß an Aufmerksamkeit erfordert. Das EEP soll die Thematik Energieeffizienz für eine breite Öffentlichkeit zugänglich machen. Durch diese Möglichkeit soll ein Eigenanteil zum Gelingen der Energiewende in Deutschland geleistet werden. Diese kann nur gelingen, wenn Wohlstand und ökonomisches Wachstum vom Energieverbrauch entkoppelt werden. Weiterhin müssen Unternehmen die Steigerung von Energieeffizienzmaßnah-

men umsetzen und ständig verbessern. Im Hinblick auf die Energiewende müssen Unternehmen ihrer ökologischen Verantwortung nachkommen und einen Beitrag leisten.

Das Thema Energieeffizienz muss daher auf der politischen Agenda stehen und mit einer präzisen Strategie umgesetzt werden. Dabei muss die Komplexität bei der Beantragung von Fördermitteln für Effizienzmaßnahmen reduziert werden, indem Förderinstrumente vereinfacht werden, eine übersichtliche Plattform mit allen verfügbaren Fördermaßnahmen erstellt wird, sowie die Kommunikation nach außen effektiv gestaltet wird. Außerdem müssen neue Technologien zur Steigerung von Energieeffizienz in Unternehmen gefördert werden. Die Förderung soll technologieoffen sein und durch Investitionszuschüsse sowie steuerliche Maßnahmen vorangetrieben werden. Weiterhin sollen Maßnahmen wie der Abbau von Bürokratie, die Standardisierung und Definition von Kompetenzprofilen in der Energieberatung und die Finanzierungshilfe von Start-Ups sowie der Forschung für energieeffiziente Fertigungstechnologien die Energiewende begünstigen.

Um die Thematik Energieeffizienz für eine breite Öffentlichkeit zugänglich zu machen, veranstaltet das EEP jährlich den Energieeffizienz-Gipfel. Dort wird in Diskussionsrunden und Vorträgen über die Chancen von Energieeffizienz in der Industrie mit Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Industrie diskutiert. Damit soll der Austausch untereinander gefördert werden und eine gute Vernetzung zwischen den Akteuren entstehen. Durch diese Vernetzung können beispielsweise Unternehmen dazu beitragen, dass die Steigerung von Energieeffizienzmaßnahmen in der Industrie zunehmend in den Fokus rücken, dass sie dauerhaft an Bedeutung gewinnen und mehr Unternehmen ihre Produktion energieeffizienter gestalten.

Das Institut für Energieeffizienz in der Produktion betreibt neben Grundlagenforschung auch Aufklärung und Beratung auf Bundes- und Europaebene. Halbjährlich erhebt das EEP den Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie, der Auskunft über umgesetzte Energieeffizienzmaßnahmen in den befragten Unternehmen der produzierenden Industrie gibt. Der Index ist dabei eine große Chance für teilnehmende Unternehmen, da aus den Ergebnissen Verbesserungsmöglichkeiten abgeleitet werden können und der Vergleich zu anderen Unternehmen ermöglicht wird. Dieses Buch fasst die Ergebnisse der letzten Jahre zusammen und leitet Handlungsmöglichkeiten für Industrie, Politik und Gesellschaft ab. Es soll die Förderung von entsprechender Forschung und somit die Umsetzung der Energiewende unterstützen. Dies ist fundamental, denn ohne Energieeffizienz wird es keine Energiewende geben.

### **Geleitwort Fraunhofer IPA**

Nachhaltigkeit, Ressourcenverwertung und Energieeffizienz sind nicht nur Themen, die seit mehreren Jahrzehnten auf der politischen Tagesordnung in Deutsch-

land steht, sondern viel mehr zentrales Thema für alle Akteure aus Gesellschaft, Wirtschaft, Forschung und Politik, auch auf internationaler Ebene.

Die Steigerung von Energieeffizienzmaßnahmen ist essentiell, um dem voranschreitenden Klimawandel entgegenzuwirken und die von der Politik formulierte Energiewende umzusetzen. Durch diese Steigerung können Unternehmen ihren Energieverbrauch senken und Kosten einsparen. Weiterhin können Unternehmen dadurch ihre Produktivität steigern und sich so einen Wettbewerbsvorteil verschaffen. Möglich wird dies durch die Anwendung innovativer energieeffizienter Technologien. Mit ihnen kann Energie besser genutzt, die Industrie an das wechselnde Energieangebot angepasst und die energetisch optimale Einbindung von Produktionsanlagen in die Produktionsumgebung sowie das urbane Umfeld ermöglicht werden.

Nachhaltiges Wirtschaften darf demnach nicht einhergehen mit einem Wirtschaftseinbruch. Ressourcen müssen effizient genutzt werden und die Wirtschaft muss weiterhin wachsen, sodass weder Nachhaltigkeit noch Wirtschaftswachstum vernachlässigt werden. Industrielle Prozesse müssen also noch effektiver und effizienter gestaltet werden, um die Energieeffizienz in Unternehmen zu steigern. Dazu wird in diesen Bereichen auch in Zukunft vermehrt Forschung notwendig sein, denn nur so können Technologien und Methoden zur Energieeffizienzsteigerung weiter optimiert werden. Außerdem ist die weiterführende Forschung insofern bedeutsam, dass auf aktuelle Veränderungen in Bezug auf die Energiewende reagiert werden kann und Akteure aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft auf dem neusten Stand gehalten werden.

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA arbeitet zusammen mit dem Institut für Energieeffizienz in der Produktion der Universität Stuttgart und anderen Partnern an der Optimierung der Energieeffizienz in Unternehmen. Dazu wird halbjährlich der Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie erhoben, der Auskunft über den aktuellen Stand zu umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen innerhalb der befragten Unternehmen gibt und einen Ausblick für die Zukunft beinhaltet. Dadurch zeigt sich ebenfalls, welche messbaren Wertgewinne mit der Steigerung von Energieeffizienzmaßnahmen möglich sind und welchen Mehrwert diese für Unternehmen tatsächlich haben.

Das übergeordnete Ziel des Fraunhofer IPA ist es, Ressourcen optimal zu nutzen. Dieses Buch soll daher zeigen, wie Ressourceneffizienz, Nachhaltigkeit, die Steigerung der Energieeffizienz sowie damit verbundene Kosten- und Energieeinsparungen in Unternehmen optimiert und umgesetzt werden können. Ebenfalls soll aufgezeigt werden, welche volkswirtschaftliche Verantwortung jedem einzelnen gesellschaftlichen Akteur zukommt. Weiterhin werden Politik und Wirtschaft durch diese Sammlung Entscheidungsgrundlagen für eine nachhaltige und effektive Klimapolitik mit auf den Weg gegeben, damit nationale Klimaziele erreicht werden und die Energiewende umgesetzt wird.

**Geleitwort Dr.-Ing. Michael Fübi, Vorstandsvorsitzender TÜV Rheinland AG**

Innovative Technologien für mehr Energieeffizienz – daran arbeitet die deutsche Industrie bereits seit Jahrzehnten erfolgreich. Innovationen tragen heute in der deutschen Wirtschaft erheblich dazu bei, Energie und Ressourcen zu schonen, nachhaltig einzusetzen und Kosten zu sparen. Um die Energiewende zu einem Erfolg zu machen und die nationalen Klimaziele zu erreichen, ist allerdings weit mehr notwendig als innovative Technologien: Über alle Branchen hinweg sind die Unternehmen in Deutschland gefordert, ihren Energieverbrauch weiter zu senken. Dafür müssen sie ihren Energie- und Ressourcenverbrauch zunächst systematisch erfassen, umfassend betrachten und beispielsweise ihre Prozesse so ausrichten, dass der Energieverbrauch sinkt. Ein wichtiges Mittel hierzu sind erfolgreich implementierte Energiemanagementsysteme, wie wir aus unserer täglichen Praxis bei TÜV Rheinland wissen.

Wie sehr aber tragen energieeffiziente Prozesse tatsächlich dazu bei, den Energieverbrauch zu senken? Wo können, sollten und müssen Unternehmen ansetzen, um in den eigenen Prozessen für mehr Energieeffizienz zu sorgen? Zu solchen Fragen gibt es immer noch Forschungslücken. Der Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie (EEI) ist ein wertvoller Schritt, um diese Lücken zu schließen. Der seit sieben Jahren in Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe erhobene Index gibt Einblicke in den aktuellen Stand der Energienutzung durch Unternehmen und zeigt dabei branchenspezifische Trends auf.

Unsere Expertinnen und Experten auf dem Gebiet der Umwelt- und Energiemanagementsysteme arbeiten kontinuierlich an der Formulierung der entscheidenden Fragen für den EEI mit. So wollen wir als TÜV Rheinland einen Beitrag dazu leisten, die Relevanz des EEI für Wirtschaft, Wissenschaft und Politik weiter zu erhöhen. Der alle sechs Monate erhobene Energieeffizienz-Index zeigt anhand aktueller Daten, wie sehr deutsche Unternehmen ihre Effizienz im Umgang mit und bei der Nutzung von Energie gesteigert haben. Damit erlaubt der EEI auch Einschätzungen, wie viel zur Umsetzung der Energiewende und zum Erreichen der nationalen Klimaziele noch getan werden muss. Schließlich unterstützt der EEI deutsche Unternehmen dabei zu erkennen, mit welchen Maßnahmen sie ihre Energieeffizienz weiter steigern können.

Das vorliegende Buch zeigt Handlungsempfehlungen auf und liefert wertvolle Anreize für mehr Nachhaltigkeit in Unternehmen. Nachhaltigere Unternehmen sind innovativer, arbeiten langfristig betrachtet wirtschaftlicher und sind damit im Wettbewerb stärker. Nachhaltige Unternehmensführung einschließlich eines möglichst geringen Energie- und Ressourcenverbrauchs sollte daher zum Kern jeder zukunftsorientierten Unternehmensstrategie gehören.

## **Geleitwort Prof. Dieter Kempf, Präsident Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI)**

Es freut mich, dass mit diesem Buch eine so umfassende wissenschaftliche Analyse des Themas Energieeffizienz in der deutschen Industrie vorgelegt wird. Für den Erfolg von Energiewende und Klimaschutz wird die Bedeutung der Energieeffizienz nach wie vor oft unterschätzt. Während die Energieerzeugung mit Wind und Sonne weithin sichtbar ist, wirkt Energieeffizienz im Verborgenen. Dennoch ist sie, wie die Bundesregierung zu Recht sagt, die „zweite Säule der Energiewende“. Dieses Buch des Instituts für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) ist ein wichtiger Beitrag, der Energieeffizienz in Wissenschaft und industrieller Praxis mehr Sichtbarkeit und neue Erkenntnisse zu verschaffen.

Für die deutsche Industrie spielen Energieeffizienz und die Steigerung der Energieproduktivität seit jeher eine große Rolle. Die hier über die Jahre erzielten Fortschritte sind eindrucksvoll: Im Jahr 1991 erzielte die Industrie mit einer gegebenen Energiemenge (ein Gigajoule Endenergie) noch eine Bruttowertschöpfung von 183 Euro, im Jahr 2018 hat sie diese auf 283 Euro gesteigert (Daten des Bundeswirtschaftsministeriums, inflations- und temperaturbereinigt). Auch international stehen Deutschland und die deutsche Industrie beim Thema Energieeffizienz hoch im Kurs. So wählte der American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE) Deutschland in den letzten Jahren bei seinem globalen Energieeffizienz-Ranking wiederholt auf den ersten Platz.

Zugleich ist es unumstritten, dass die Politik große Erwartungen an zusätzliche, künftige Effizienzsteigerungen hat. So hat die Bundesregierung in ihrer Energieeffizienzstrategie 2050 vom Dezember 2019 bekräftigt, dass sich der Primärenergieverbrauch in Deutschland von 2008 bis 2050 halbieren soll. Wie dies möglich werden kann, soll ein zweijähriger Stakeholderprozess zwischen Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft erarbeiten.

Die deutsche Industrie ist mit ihren vielfältigen innovativen Lösungen international einer der Treiber des Effizienzfortschritts. Sie ist aber auch einer der großen Energie-Verbrauchssektoren in Deutschland, mit einem Anteil von rund 28 Prozent am gesamten deutschen Endenergieverbrauch hinter dem Verkehr (30,8 Prozent) und vor den Privathaushalten (26,6 Prozent. Zahlen des BMWi, 2019). International wettbewerbsfähige Energiekosten sind ein wichtiger Faktor für den Industriestandort Deutschland. Und schließlich bietet Energieeffizienz auch erhebliches Potenzial für innovative Unternehmen und damit für Exportmärkte.

Um die Energieeffizienz in den Unternehmen ganz konkret voranzubringen, hat der BDI gemeinsam mit 20 weiteren Wirtschaftsverbänden und der Bundesregierung die Initiative Energieeffizienznetzwerke gegründet, die die Effizienzexperten verschiedener Unternehmen und Branchen miteinander vernetzt, um gemeinsam neue Ideen für Effizienz-Investitionen zu entwickeln. Diese Vernetzung ist höchst

erfolgreich und führt auf freiwilliger Ebene im Schnitt zu einer Verdoppelung der Effizienzinvestition der Unternehmen.

Ich wünsche dem EEP weiterhin Erfolg und diesem Buch viele interessierte Leser. Sie mögen die Energieeffizienz weiter voranbringen und damit auch zur Zukunftsfähigkeit von Deutschland als ein international wettbewerbsfähiges, innovatives Industrieland beitragen.

### **Geleitwort DENA**

Eine erfolgreiche Energiewende gehört zu den wichtigen Treibern, um nationale sowie internationale klimapolitische Ziele zu erreichen. Hierbei steigt auch die Anforderung einer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung, für die auch im Energiesektor eine zukunftsorientierte und umweltverträgliche Versorgung auf die Beine gestellt werden muss.

Die nachhaltige Energieversorgung wird auf der Angebotsseite durch erneuerbare Energien sichergestellt. Das Pendant auf der Nutzerseite ist die Energieeffizienz. Unter Berücksichtigung zunehmender Elektrifizierung in zahlreichen Branchen sind Forschungen im Bereich der Energieeffizienz unentbehrlich. Aktuelle Studien weisen Lücken zwischen dem Stand der Effizienzsteigerung und den festgesetzten Zielen auf politischer Ebene auf, wodurch der fehlende Antrieb zur Förderung der Energieeffizienz bestätigt wird. Dabei gilt die Steigerung der Energieeffizienz als Voraussetzung für das Erreichen nationaler Klimaziele sowie das Gelingen der Energiewende.

Die Energieeffizienz erweist sich mit der Reduktion von Treibhausgasen und Stickoxiden als wichtiger Beitrag zum Klimaschutz. Ebenso ist die Stärkung des nationalen Haushalts durch Energieeffizienzmaßnahmen von großem Belang, da so die Abhängigkeit von Importen primärer Energieträger reduziert und das Innovationspotenzial im Bereich der Umwelttechnologien wahrgenommen werden kann. Nicht nur dadurch kommt der Steigerung von Energieeffizienzmaßnahmen eine wichtige Rolle zu, sondern auch durch die Möglichkeit, die Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften international auszubauen. Deutsche Unternehmen fungieren aktuell als Anbieter von Produkten, Systemen sowie Dienstleistungen im Bereich Energieeffizienz und nehmen auf diese Weise international eine bedeutende Position ein. Die Industrie ist somit weiterhin aufgefordert durch energieeffiziente Produktionsverfahren Chancen für eine zukunftsorientierte Entwicklung des Energieverbrauchs zu ergreifen und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.

Dem Forschungsbedarf an dieser Stelle kommt der Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie (EEI) nach, der seit fünf Jahren in Unternehmen aus produzierenden Branchen vom Institut für Energieeffizienz in der Produktion erhoben wird. Mit den hieraus gewonnenen Informationen ist es möglich, den aktuellen Stand zum Energieverbrauch in der produzierenden Industrie zu ermitteln und mithin eine

Orientierungsmöglichkeit zur weiteren Forschung, Vergleiche zwischen einzelnen Branchen und weitere Handlungsmöglichkeiten anzubieten.

Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit der Forschung, Wirtschaft sowie der Politik Hand in Hand, ist ein wichtiges Erfolgskriterium für eine Energie- sowie Effizienzwende. Um die Energiewende erfolgreich umzusetzen, ist es deshalb wichtig, dass alle Akteure aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft mit einbezogen werden. Außerdem müssen neue Ideen und Strategien zur Steigerung der Energieeffizienz alle Akteure überzeugen. Für die zukünftige Energieversorgung ist eine Senkung des Energieverbrauchs in einem breiten Spektrum erforderlich: In der Industrie, im Verkehr, in Gebäudetechniken, so wie in zahlreichen anderen Bereichen besteht elementarer Handlungsbedarf.

Dementsprechend dürfen sich Bürgerinnen und Bürger, Kommunen, Unternehmen und politische Akteure durch diese vorliegende Sammlung angesprochen fühlen, sich mit der Wichtigkeit energieeffizienter Maßnahmen auseinanderzusetzen und gesamtgesellschaftlichen Austausch zu fördern. Das vorliegende Buch soll Unternehmen sowie Einzelpersonen dazu anregen, Handlungsempfehlungen anhand der Index-Erhebungen abzuleiten. Die Wichtigkeit der Steigerung von Energieeffizienzmaßnahmen ist unumstritten, weshalb durch dieses Buch ebenfalls Anregungen zu Optimierung und Weiterausbau von Energieeffizienzmaßnahmen geliefert werden sollen.

## **Vorwort**

In Anbetracht des Klimawandels nimmt die deutsche Gesellschaft die Herausforderung einer umfassenden Energiewende an. Diese ist durch ambitionierte Ziele charakterisiert, die schrittweise bis zur Mitte dieses Jahrhunderts erreicht werden sollen. Tragende, aber in der Öffentlichkeit weniger stark wahrgenommene Säule ist neben den erneuerbaren Energien eine deutliche Erhöhung der Energieeffizienz.

Stand heute ist die Erreichung der Effizienzziele ungewisser denn je. Trotz bestehender Anstrengungen in Industrie, Politik und Wissenschaft werden die Ziele für das Jahr 2020 nicht erreicht. Die Erreichung der noch ambitionierteren Ziele für die Jahre 2040 und 2050 erfordern demnach eine weitere Verstärkung der Anstrengungen und nicht zuletzt neue Impulse aus der Politik, der Wirtschaft und der Wissenschaft.

In diesem Rahmen forscht das Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) seit seiner Gründung an Themen, die auf eine Verringerung des Energieverbrauchs in der Produktion zielen, etwa durch die Anwendung energieeffizienter Technologien und eine intelligente Steuerung des Energieeinsatzes. Aufgrund der hohen Bedeutung des Themas Energieeffizienz erscheint es naheliegend, die Fortschritte in der Energieeffizienz messbar zu machen und einen Entscheidungskompass für

Industrie, Politik und Wissenschaft zu etablieren. Mit dieser Vision wurde der Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie (EEI) entwickelt, der seit 2013 halbjährlich erhoben wird und eine beachtliche Anzahl teilnehmender Unternehmen gewinnen konnte.

In diesem Buch möchten wir unsere empirischen Erkenntnisse zusammenzufassen und in einen Kontext setzen. Ziel ist es, einen Überblick über unsere gesammelten Erkenntnisse, aktuelle Herausforderungen, aber auch Handlungsempfehlungen für Politik und Industrie darzustellen. Wir möchten Denkanstöße geben und letztendlich eben einen jener Impulse setzen, die heute für eine signifikante Steigerung der industriellen Energieeffizienz notwendig sind. Im industriellen Kontext kann die Steigerung der Energieeffizienz nicht ohne Motivation und Eigenantrieb der einzelnen Unternehmen gestaltet werden. Eben deshalb möchten wir auch Unternehmen Impulse liefern und zu weiteren Effizienzsteigerungen beitragen, ohne den gesamtpolitischen Kontext außer Acht zu lassen. In Summe soll so der Themenkomplex Energieeffizienz mit Hilfe der Ergebnisse aus gut fünf Jahren Energieeffizienz-Index beleuchtet werden.

Das vorliegende Buch umfasst neben einer Kontexteinordnung und Erläuterung der Berechnung des Energieeffizienz-Index eine kurze Beschreibung weiterer Indexwerte mit unterschiedlichen Berechnungsmethoden. Darüber hinaus geben Analysen zur Indexauswertung, zu Hemmnissen und ausgewählten Fragestellungen sowie ein umfangreicher Anhang branchenspezifischer Auswertungen, Unternehmen und Entscheidern die Möglichkeit, sich innerhalb ihrer Branche zu positionieren und mögliche Ansatzpunkte für Energieeffizienzsteigerungen zu identifizieren.

Danken möchte ich an dieser Stelle dem BDI, der dena, sowie dem TÜV Rheinland für den Mut, uns seit der ersten Erhebung dieses Index zu unterstützen und die Ausdauer, uns bis heute bei der Erhebung mit Rat und Tat zu begleiten und zu unterstützen.

Besonderer Dank gilt an dieser Stelle auch der Karl Schlecht Stiftung sowie der Heinz und Heide Dürr Stiftung, welche das Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) in Kooperation mit dem Fraunhofer IPA an der Universität Stuttgart gegründet haben. Ohne ihre großzügige finanzielle Unterstützung wäre unsere Arbeit in dieser Form nicht möglich.

Schließlich danke ich den guten Geistern des Energieeffizienz-Index: meinen wissenschaftlichen Mitarbeitern Frau Wang, Herr Büttner und Herr Schneider. Außerdem danke ich den Studentinnen und Studenten, Melda Engin, Melina Burkert und Christoph Bihl sowie allen anderen, die an den vielen Erhebungen und Datenauswertungen beteiligt waren. Gemeinsam haben wir immer wieder viele neue Entdeckungen in den Tiefen der Datenstrukturen gemacht. Herr Schneider, Sie haben sich darüber hinaus dieses Buchprojekt zu Eigen gemacht. Herzlichen Dank für Ihre Durchhaltekraft und Unterstützung. Wir beide wissen, was das bedeutet!

# Die Autoren

## **Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer**

Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer absolvierte ab 1997 ein Doppel-Studium Maschinenbau und BWL an der RWTH Aachen, wo er 2005 auch promovierte. Nach seiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am WZL, zuletzt als Oberingenieur, wechselte er 2006 als Mitglied der Geschäftsleitung zur Hoerbiger Automotive Komfortsysteme GmbH.

Anfang 2011 folgte er dem Ruf an die Hochschule für angewandte Wissenschaften München als Professor für Fertigungstechnik. Anfang 2015 wurde er als Universitätsprofessor ans Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP der Universität Stuttgart berufen und übernahm parallel dazu immer mehr Leitungsaufgaben am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, bis er 2020 Institutsleiter des Fraunhofer IPA wurde.

Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer ist Erfinder des Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie, Leiter der Ultraeffizienzfabrik und Sprecher des Kopernikus-Projekts SynErgie, einem der größten wissenschaftlichen Projekte im Rahmen der Energiewende.

## **Christian Schneider, M. Sc.**

Christian Schneider absolvierte ein Studium des Wirtschaftsingenieurwesens am Karlsruher Institut für Technologie. Während seines Studiums sammelte er Erfahrungen im Rahmen verschiedener Praktika in der Automobilindustrie, dem deutschen Bundestag sowie in verschiedenen Forschungseinrichtungen.

Seit Mitte 2017 ist Christian Schneider wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP sowie am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA. Ab 2018 übernahm er die Projektleitung des Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie und ist zudem in weiteren Forschungsprojekten, etwa der Ultraeffizienzfabrik sowie dem Kopernikus-Projekt SynErgie aktiv.

# 5

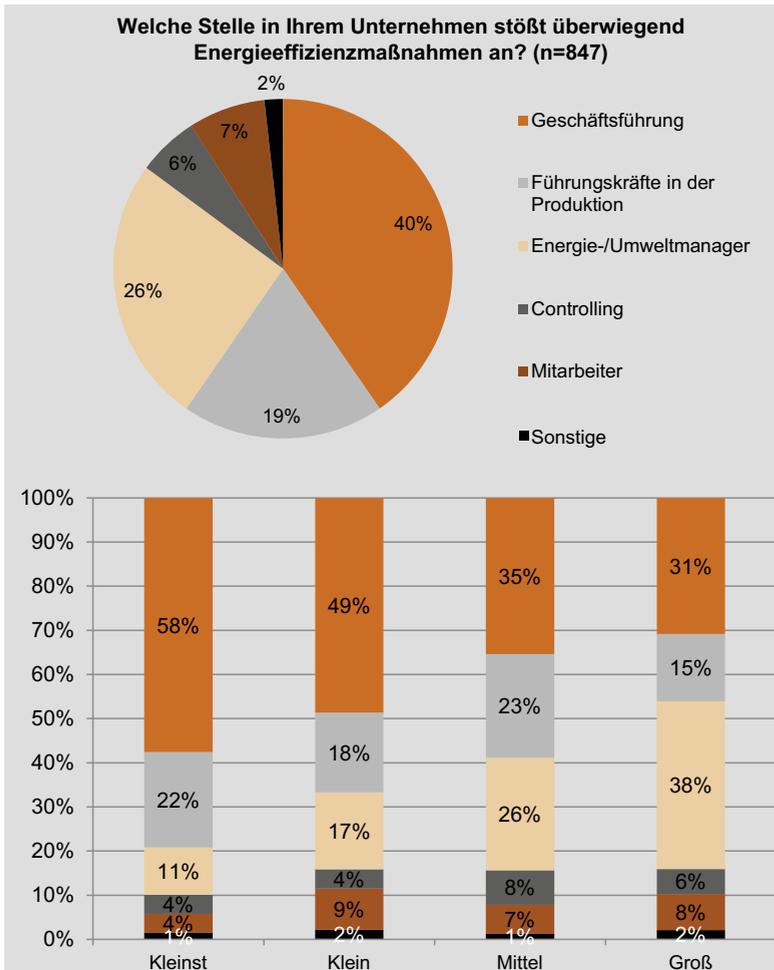
## Wirkung und Potenziale

### ■ 5.1 Verantwortung für Energieeffizienzmanagement

Für den Zuschnitt von Informationskampagnen und die Gewinnung eines allgemeinen Verständnisses über die Entscheidungsprozesse der Unternehmen ist es wichtig zu wissen, welche Stellen im Unternehmen über Energieeffizienzmaßnahmen entscheiden bzw. für die Durchführung der Maßnahmen verantwortlich sind.

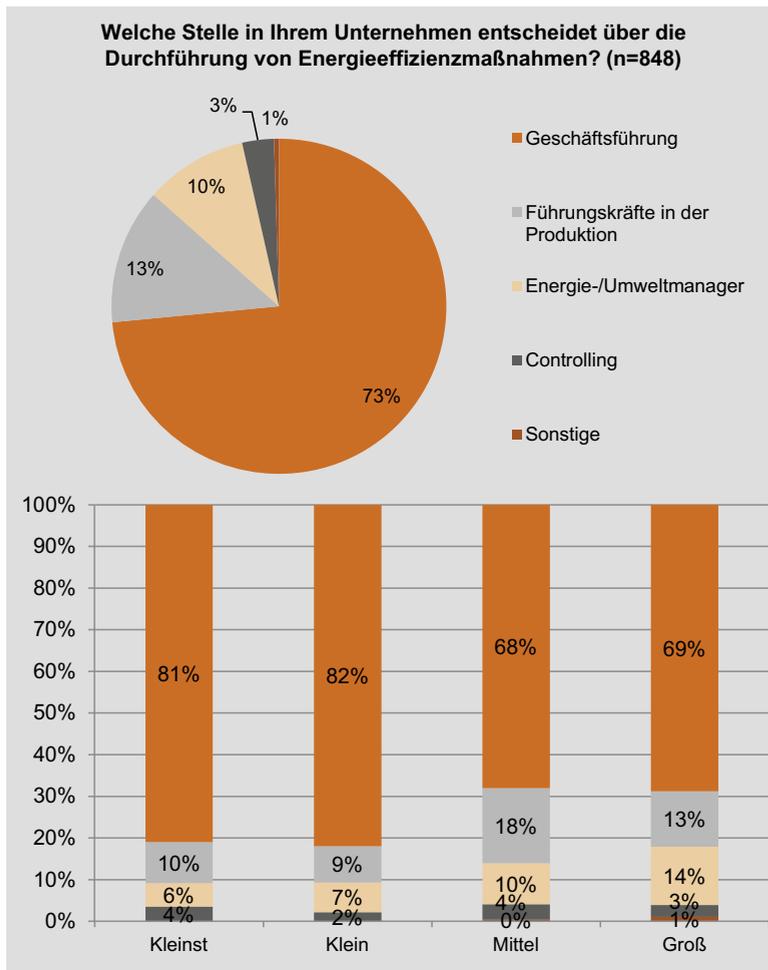
Im Zuge der zweiten Erhebung 2016 wurden Unternehmen befragt, welche Stelle Energieeffizienzmaßnahmen anstößt. Abbildung 5.1 zeigt, dass 40 % aller befragten Unternehmen die Geschäftsführung als Initiator für Energieeffizienzmaßnahmen angeben. Betrachtet man die einzelnen Unternehmensgrößen, geschieht dies besonders häufig bei Kleinstunternehmen. Daneben erfolgt dies allerdings auch überdurchschnittlich oft durch den Umweltmanager in Kleinst- und Kleinunternehmen. Bei deutlich weniger als 40 % der mittleren und großen Unternehmen kommt die Initiative für Energieeffizienzmaßnahmen vonseiten der Geschäftsführung. Etwas mehr als ein Viertel aller befragten Unternehmen nennt Verantwortliche für Umwelt-/Energie im Betrieb als Maßnahmeninitiator.

Unabhängig von der Unternehmensgröße fällt die letztendliche Entscheidung über die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen in jeweils mehr als 80 % in der Führungsebene, also in der Geschäftsführung oder durch Führungskräfte in der Produktion (Abbildung 5.2). Überzeugungsarbeit muss demnach über Unternehmensgrößen hinweg vor allem in der Führungsebene geleistet werden. Hierbei sollte klar auf die vielfältigen Vorteile, den sogenannten multiplen Benefits, der Energieeffizienzmaßnahmen hingewiesen werden, die neben betriebswirtschaftlichen Kriterien weiteren Ausschlag für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen geben.



**Abbildung 5.1:** Welche Stelle in Ihrem Unternehmen stößt überwiegend Energieeffizienzmaßnahmen an?

Darüber hinaus sollten Energie- und Umweltmanager, die gerade bei mittleren und großen Unternehmen für den initialen Anstoß von Maßnahmen verantwortlich sind, nicht außer Acht gelassen werden. Demnach kommt ihnen eine wichtige Sichtungsfunktion zu, und ihre Bedeutung wächst mit der Unternehmensgröße immer weiter.

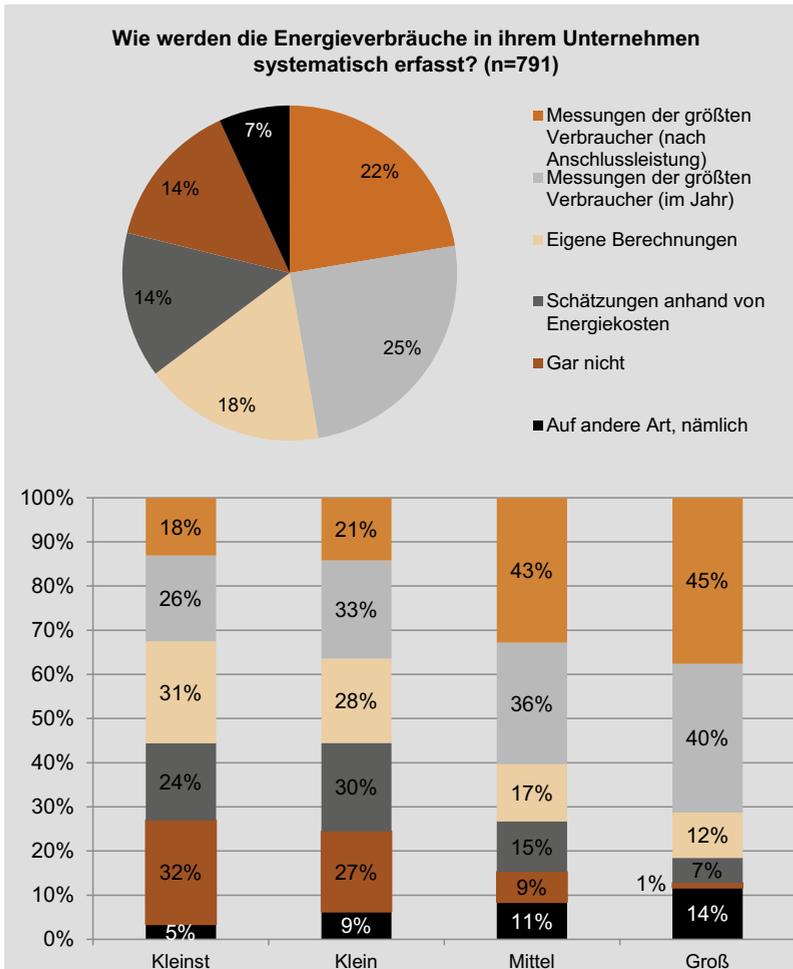


**Abbildung 5.2:** Welche Stelle in Ihrem Unternehmen entscheidet über die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen?

## ■ 5.2 Energie-Monitoring in Unternehmen

Die Verantwortlichkeiten für den Anstoß und die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen liefern wichtige Hinweise bezüglich des Zuschnitts von Informationskampagnen. Darüber hinaus ist es aus technischer Perspektive zunächst notwendig, ein Verständnis über die systematische Erfassung von Energieverbräuchen sowie deren Charakterisierung in Bezug auf die Speicherdauer und Speicherzweck zu entwickeln.

Knapp 800 Unternehmen wurden im Zuge der zweiten Befragung 2017 des Energieeffizienz-Index bezüglich der systematischen Erfassung ihrer Energieverbräuche befragt. Fast die Hälfte aller befragten Unternehmen gibt an, dass sie Messungen zu den größten Verbrauchern durchführt, wie auf Abbildung 5.3 zu sehen ist. Leicht favorisiert bei der Messung ist die jährliche Energieverbrauchsrechnung gegenüber der Messung nach Anschlussleistung. Etwas weniger als 20% geben an, eigene Berechnungen durchzuführen. Positiverweise führen lediglich 14% Schätzungen durch oder messen gar keine Energieverbräuche.



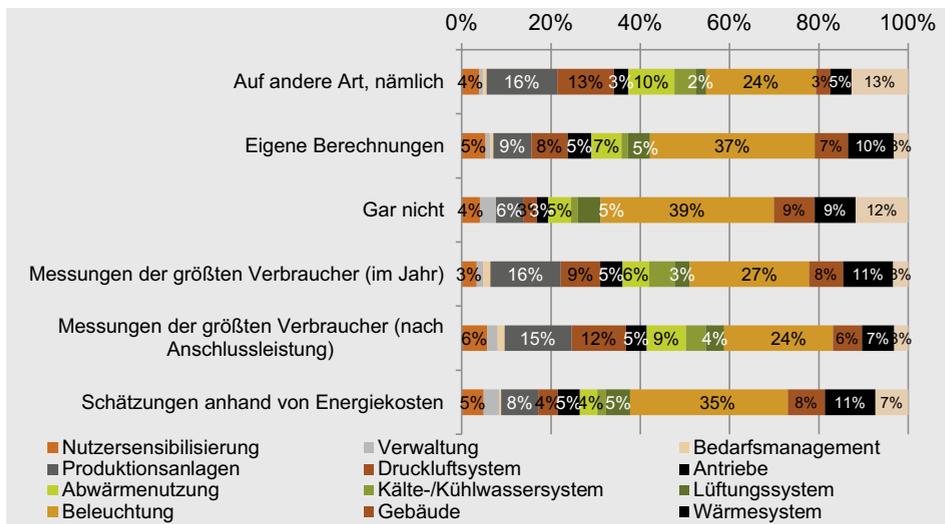
**Abbildung 5.3:** Wie werden die Energieverbräuche in Ihrem Unternehmen systematisch erfasst?

Insgesamt lässt sich die Tendenz feststellen, dass mit steigender Unternehmensgröße, die Anzahl der Unternehmen zunimmt, welche über eine systematische Er-

fassung der Energieverbräuche verfügt und demnach eine solide Datenbasis für die Ableitung von Effizienzmaßnahmen haben.

Hervorzuheben ist zudem der signifikante Anteil an Kleinst- und Kleinunternehmen, die Energieverbräuche bislang noch nicht systematisch erfassen. Dies erscheint vor allem deshalb wichtig, da die systematische Erfassung letztendlich auch einen Einfluss auf die Komplexität der durchgeführten Energieeffizienzmaßnahmen hat.

Ein mögliches Maß für die Bewertung des Erfolgs der systematischen Messung kann in der Komplexität der durchgeführten Energieeffizienzmaßnahmen gesehen werden. Abbildung 5.4 zeigt die zuvor betrachtete Frage bezüglich der systematischen Erfassung der Energieverbräuche in Kombination mit der Frage, welche Energieeffizienzmaßnahmen zur größten relativen Einsparung geführt hat aus der zweiten Erhebung 2018.



**Abbildung 5.4:** Wie werden Energieverbräuche in Ihrem Unternehmen systematisch erfasst?/ In welchem Bereich haben Energieeffizienz-Maßnahmen in Ihrem Unternehmen zur größten Einsparung geführt?

Dabei zeigt sich, dass unabhängig von der Art der Erfassung, Unternehmen am Häufigsten den Bereich der Beleuchtung nennen. Ein Ergebnis, das zunächst wenig überrascht, da durch den Einsatz der LED-Beleuchtung hohe relative Einsparungen bei einer geringen Durchfüh­rungskomplexität erzielt werden können. Besonders deutlich, mit über 50%, ist dies jedoch bei Unternehmen der Fall, die Energieverbräuche entweder gar nicht oder aber mithilfe eigener Berechnungen erfassen. Dies kann als Hinweis gedeutet werden, dass diesen Unternehmen für die Identifizierung komplexerer Maßnahmen die notwendige Datengrundlage fehlt, die durch die systematische Erfassung von Energieverbräuchen aufgebaut wird.

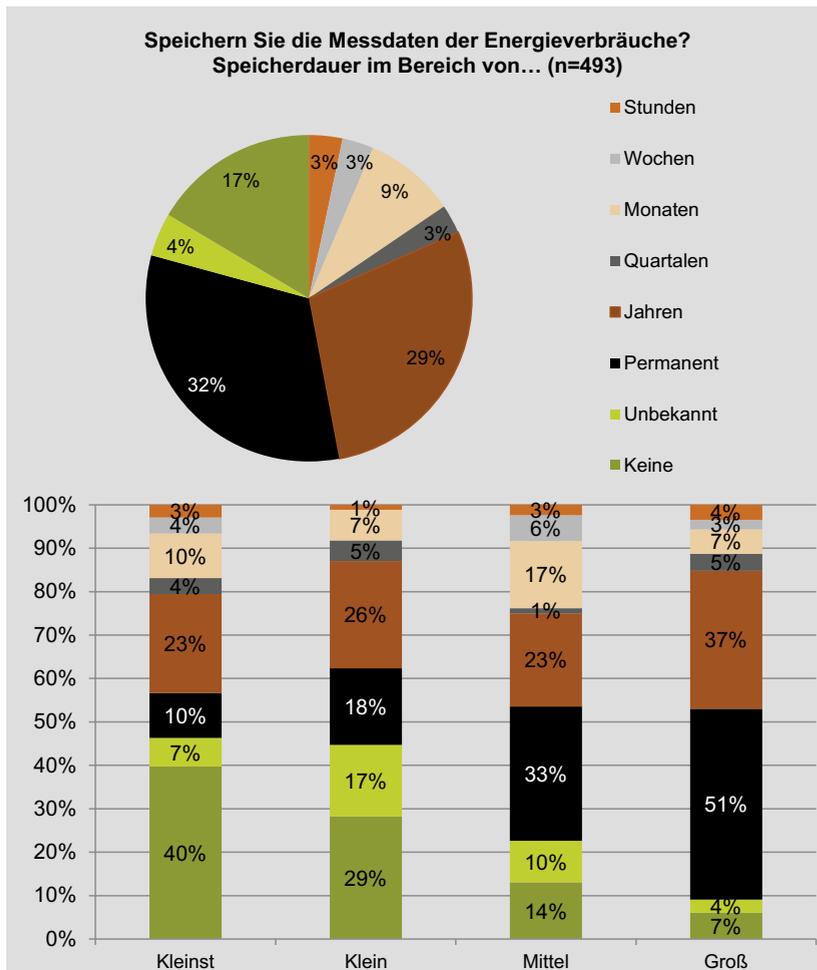
Im Gegensatz dazu zeigt sich, dass Befragte, die angeben die größten Verbraucher zu messen, weitaus häufigere relativ größte Einsparungen im Bereich der Produktionsanlagen erzielen als in einem Bereich, bei dem weitaus mehr Daten und ein höheres Fachwissen notwendig ist. Dies gilt ebenfalls für die Bereiche Antriebe, aber auch Druckluft sowie Kälte- und Kühlwassersysteme.

Neben der grundsätzlichen Frage, ob Energieverbräuche systematisch erfasst werden, ist relevant, auf welchem Detaillierungsniveau die Verbräuche erfasst werden. Hierbei können mit Messungen auf Ebene der Einzelanlage, bei einer steigenden Datenkomplexität, Effizienzmaßnahmen präziser abgeleitet werden. Bei Messdaten auf der Ebene eines gesamten Werks ist dies deutlich schwieriger und konkrete Effizienzmaßnahmen können, wenn überhaupt, nur durch die Verwendung intelligenter Algorithmen und die Einbeziehung weiterer Daten aus dem ERP oder MES abgeleitet werden.

Nach der Erhebung im zweiten Halbjahr 2017 misst fast die Hälfte aller befragten Unternehmen Energieverbräuche direkt an den Anlagen und besitzt dementsprechend Statistiken über deren Verbrauchsprofil. Also können sie diese als Grundlage für die Ableitung von Energieeffizienzmaßnahmen nutzen. Bezogen auf die Unternehmensgröße ist dies insbesondere bei mittleren und großen Unternehmen der Fall, aber auch bei kleinen Unternehmen trifft dies noch auf knapp die Hälfte der Unternehmen zu.

Die zur Verfügung stehende Datenbasis über Energieverbräuche stellt nicht nur eine Möglichkeit dar, Effizienzmaßnahmen abzuleiten. Durch die Verwendung historischer Daten, etwa aus der Produktion, ist es möglich, Energieeffizienzmaßnahmen virtuell, etwa durch die Verwendung eines digitalen Zwillings zu vergleichen, also deren Wirtschaftlichkeit basierend auf den vorhandenen Daten präzise zu bestimmen.

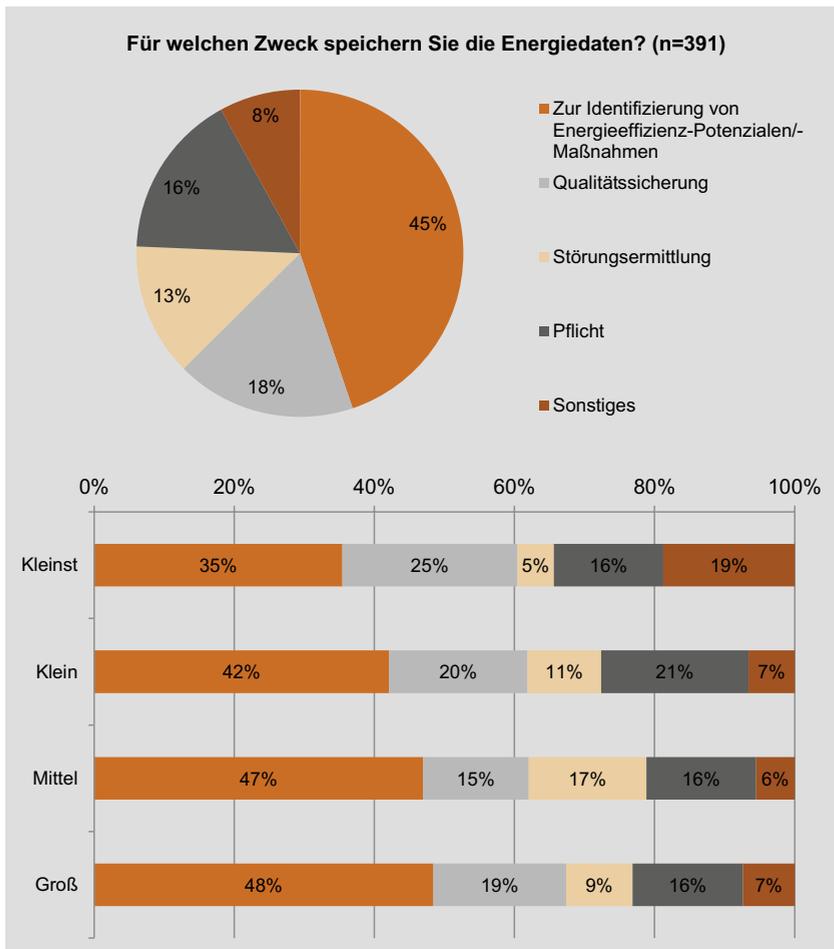
Im Ergebnis (Abbildung 5.5) kann festgehalten werden, dass der Großteil der Unternehmen, die Energiemessungen durchführten diese Daten auch speichern (über 80%). Jedoch zeigen sich starke Differenzen, wenn man die Unternehmensgrößen betrachtet. 40% beziehungsweise 29% der Kleinst-/Kleinunternehmen speichern keine Energiedaten, während es bei mittleren und großen Unternehmen nur 14% beziehungsweise 7% sind. Knapp ein Drittel aller befragten Unternehmen gibt an, Energieverbräuche permanent zu speichern. Bei Großunternehmen ist dies mehr als die Hälfte, bei den kleinen und kleinsten Unternehmen speichern jedoch lediglich 18% beziehungsweise nur 10% Messdaten permanent.



**Abbildung 5.5:** Speichern Sie die Messdaten der Energieverbräuche? Speicherdauer im Bereich von ...

Im Zuge der zweiten Erhebung 2017 wurde zudem nach dem Zweck der Speicherung der Energiedaten gefragt. Das Ergebnis zeigt eine klare Tendenz, dies für die Identifizierung von Energieeffizienzmaßnahmen zu tun (Abbildung 5.6). Knapp die Hälfte der befragten Unternehmen nutzt die Speicherung von Energiedaten, um Energieeffizienz-Potenziale/-Maßnahmen zu identifizieren. Lediglich Kleinstunternehmen nutzen die Daten zur Identifizierung von Energieeffizienzpotenzialen nur unterdurchschnittlich häufig.

Knapp jedes Fünfte befragte Unternehmen gibt an, Energiedaten zur Qualitätssicherung zu nutzen. Dies ist bei Kleinst- und Kleinunternehmen etwas häufiger der Fall, bei Großunternehmen etwas seltener.



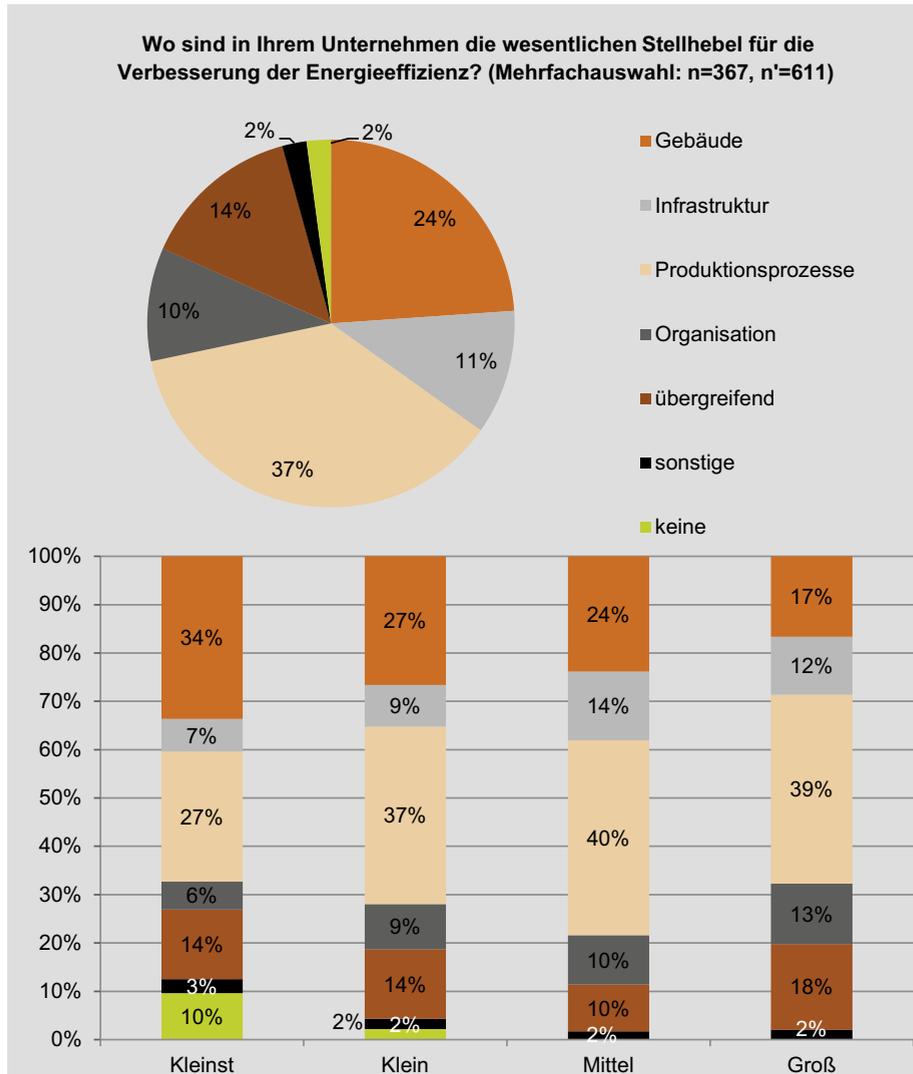
**Abbildung 5.6:** Für welchen Zweck speichern Sie die Energiedaten?

Für rund 16% der befragten Unternehmen ist die Speicherung von Energiedaten Pflicht. Dieser Wert ist, mit Ausnahme der kleinen Unternehmen (dort sind es 21%), über die Unternehmensgrößen hinweg konstant. Somit kann davon ausgegangen werden, dass der Großteil der befragten Unternehmen Energiedaten freiwillig speichert. 13% der befragten Unternehmen speichert Energiedaten zur Störungsermittlung. Am häufigsten sind darunter Großunternehmen, während die anderen Gruppen etwas seltener eine Energiedatenspeicherung zur Störungsermittlung vornehmen.

Die Ergebnisse verdeutlichen noch einmal die zuvor hervorgehobene Bedeutung der Datenspeicherung für die Identifikation von Energieeffizienzmaßnahmen, aber auch für die Qualitätssicherung. Beides hat einen direkten Einfluss auf die Produktivität und ist demnach von vitalem Interesse für Unternehmen.

## ■ 5.3 Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen

Wo sehen Unternehmen Stellhebel zur Steigerung der Energieeffizienz? Diese Frage wurde im Rahmen der Erhebung im zweiten Halbjahr 2015 gestellt und von 367 Unternehmen beantwortet (Abbildung 5.7).



**Abbildung 5.7:** Wo sind in Ihrem Unternehmen die wesentlichen Stellhebel für die Verbesserung der Energieeffizienz? (Mehrfachauswahl: n= 367, n'= 611)

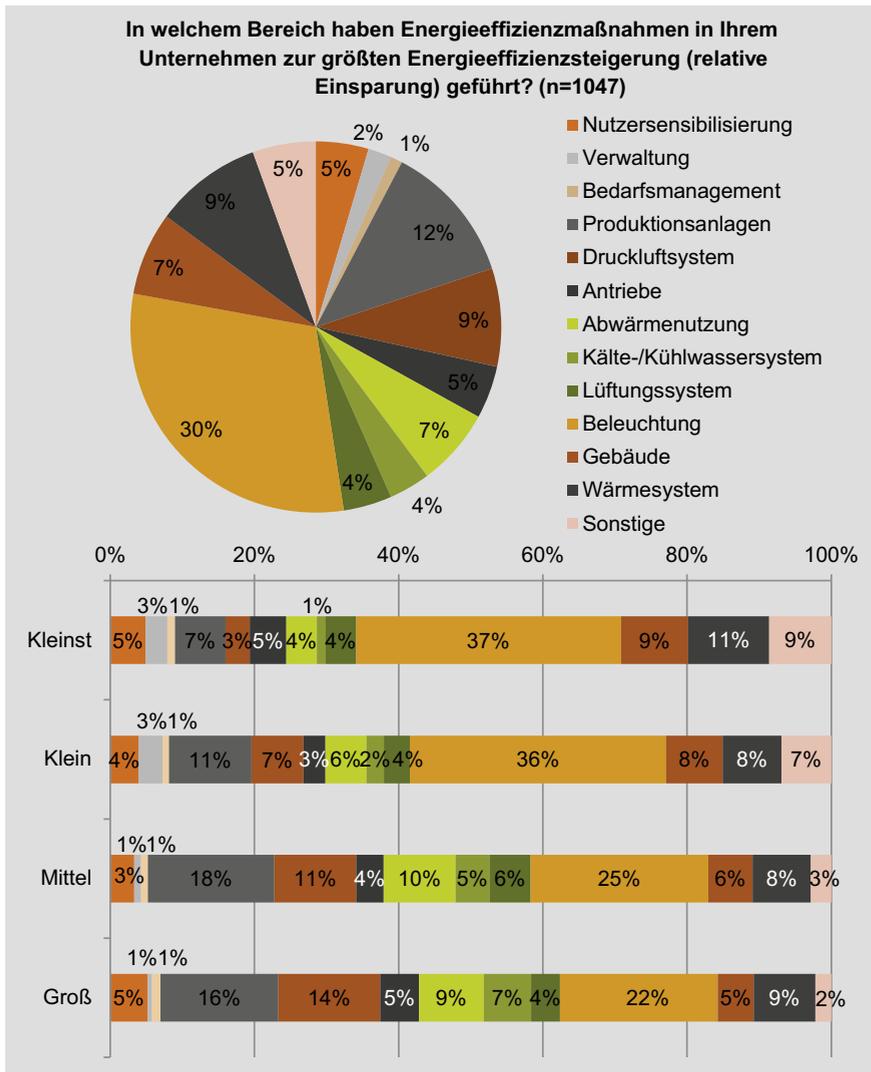
Für die Mehrheit von einem Drittel der Unternehmen sind die Produktionsprozesse wesentliche Ansatzpunkte für die Verbesserung der Energieeffizienz. Dies gilt vor allem für Großunternehmen und mittlere Unternehmen sowie für Kleinunternehmen, weniger dagegen für Kleinstunternehmen. An zweiter Stelle stehen mit fast einem Viertel Gebäude. In diesem Bereich sehen ebenfalls mit etwa einem Drittel vor allem Kleinstunternehmen einen zentralen Faktor, was wiederum weniger für Großunternehmen gilt. 14 % aller befragten Unternehmen sehen in übergreifenden Maßnahmen einen wesentlichen Stellhebel.

Bezogen auf die einzelnen Unternehmensgrößen gilt dies vor allem für Großunternehmen. Deutlich weniger häufig wird dagegen Infrastruktur und Organisation als wesentlicher Bereich für Stellhebel von den Unternehmen genannt (von jeweils nur jedem Zehnten). Infrastrukturmaßnahmen gelten dabei vermehrt für mittlere und größere Unternehmen als wichtiger Ansatzpunkt. Zwei Prozent der Unternehmen werten einen solchen Ansatzpunkt nicht als Verbesserung der Energieeffizienz, wobei dies mit 10 % besonders für Kleinunternehmen galt. Für sie scheinen somit die Potenziale in anderen Bereichen relevanter zu sein.

Mit weiter spezifizierten Antwortmöglichkeiten im Vergleich zu der zuvor betrachteten Fragestellung, wurden die Unternehmen in der zweiten Erhebung 2017 dazu befragt, in welchen Bereichen diese mit Energieeffizienzmaßnahmen die größten relativen Einsparungen beziehungsweise Effizienzsteigerungen erreicht haben (Abbildung 5.8). Die Befragten konnten hierbei maximal zwei Antworten geben.

Für knapp ein Drittel der Unternehmen haben Maßnahmen im Bereich der Beleuchtung zur größten relativen Einsparung geführt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass das Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der Beleuchtung durch die Umstellung auf LED-Leuchtmittel meist kostengünstig und mit geringem Aufwand anzuheben ist.

Besonders gilt dies für mittlere und große Unternehmen mit gut einem Drittel gegenüber kleinen (ein Viertel) und kleinsten Unternehmen (gut jedes Fünfte). In erster Linie führen Maßnahmen an Produktionsanlagen zur größten relativen Einsparung. Dies gilt auch hier für mittlere und große Unternehmen vorrangig gegenüber kleinen und Kleinstunternehmen. Gleiches gilt mit insgesamt knapp einem Zehntel aller Unternehmen für den Bereich der Druckluftsysteme. Bereiche wie Nutzensensibilisierung, Verwaltung, Bedarfsmanagement, Druckluftsysteme, Antriebe, Abwärmenutzung, Kälte-/Kühlwassersystem, Lüftungssysteme, Wärmesysteme werden von weniger als 10 % der Unternehmen als Bereiche mit der größten relativen Einsparung genannt.



**Abbildung 5.8:** In welchem Bereich haben Energieeffizienzmaßnahmen in Ihrem Unternehmen zur größten Energieeffizienzsteigerung (relative Einsparung) geführt? (n=1047)

Während die kombinatorische Auswertung der gleichen Fragestellung in Bezug auf die systematische Erfassung der Energieverbräuche gezeigt hat, dass diese einen Einfluss auf die Komplexität der angegebenen Maßnahmen hat, zeigt sich hier ein ähnliches Bild in Bezug auf die Unternehmensgröße. Es kann dabei davon ausgegangen werden, dass der Einfluss des Faktors Unternehmensgröße durch eine systematische Messung der Energieverbräuche reduziert werden kann.

# Index

## Symbole

2°C-Ziel 29

## A

Anforderungsprofil der Förderprogramme 97  
Angebot der Programme 97  
Anreize 47, 54  
Ausblick 109

## B

Bedeutung der Energieeffizienz 47, 115  
Bedeutung der Energieeffizienz (EBI) 28  
Bedeutung (EBI) 20  
Benchmarking-Daten 18  
Berechnung des Energieeffizienz-Index (EEI) 25  
Berichterstattung 8  
Bewusstsein für die Bedeutung der Energieeffizienz 115  
Bewusstseinsbezogene Hemmnisse 57

## C

CO<sub>2</sub>-Emissionshandel 35

## D

Der Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie 17  
Deutscher Energiewende Index (DEX) 14

digitale Transformation 77  
Digitalisierung 79

## E

Einfachheit der Beantragung 97  
Einsparziele 6  
EKI – der Energiekostenindex für die deutsche Industrie 16  
EKX – Energiewende-Kosten-Index 16  
Energieeffizienz 1  
Energieeffizienz-Kultur 53  
Energieeffizienz-Politik 101  
Energiekostenindex für die deutsche Industrie (EKI) 14  
Energie-Monitoring 61  
Energiepolitik 1  
Energieproduktivität (EPI) 20, 28  
Energieverbrauch 3  
Energiewende 1  
Energiewende-Index Deutschland 2020 14 f.  
Energiewende-Kosten-Index (EKX) 14  
Entscheidungskriterien für Investitionen 87  
Erfolg von Energieeffizienzmaßnahmen 70  
Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG) 35

## F

Finanzierung 87, 116  
Finanzierungsmaßnahmen 89, 117

**G**

Geschäftsklimaindex 19

**H**

Handlungspotenzial 116  
 Hemmnisse 47, 55  
 Hilfestellung bei der Beantragung 98  
 Höhe der Fördersumme 97

**I**

Inanspruchnahme 95  
 Indikatoren 13  
 Informationsbeschaffung 94  
 Informationsbezogene Hemmnisse 57  
 Informationsquellen 98, 117f.  
 Informationsverfügbarkeit 93  
 Institut für Energieeffizienz in der  
 Produktion (EEP) 1  
 Institutionelle Rahmenbedingungen 93  
 Investitionen 87  
 Investitionen (EII) 20  
 Investitionen in Energieeffizienz (EII) 28  
 Investitionen mit Energieeffizienzbezug  
 30  
 Investitionsentscheidung 91  
 Investitionshöhe 116  
 Investitionsmöglichkeiten 93

**K**

klimaneutrale Industrie 109  
 Klimaneutralität 109  
 Kompetenzbezogene Hemmnisse 56

**L**

Leitprinzipien der Energieeffizienz-  
 strategie 105

**M**

Messung 13

**N**

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz  
 36  
 New Policies Scenario 32

**O**

Odyssee energy efficiency index (ODEX)  
 14, 17  
 Ökonomische Hemmnisse 57  
 Organisatorische Hemmnisse 58

**P**

Patente 10  
 Potenziale 59, 67, 120

**R**

Ressourcen 119

**S**

Sensibilisierung 50  
 Stakeholder 119f.  
 Stichprobengröße 27  
 Stromeinspeisungsgesetz 35  
 Systematische Ansätze zur Steigerung  
 der Energieeffizienz 74  
 systematische Messung 63

**T**

Technische Hemmnisse 56  
 Teilindex Bedeutung der Energieeffizienz  
 21  
 Teilindex Bedeutung der Energieeffizienz  
 (EBI) 20  
 Teilindex Energieproduktivität 33  
 Teilindex Energieproduktivität (EPI) 21,  
 24, 33  
 Teilindex Investitionen in Energieeffizienz  
 (EII) 21, 23

**U**

Unternehmensgrößen 41  
Unterstützung bei der Suche für  
geeignete Förderprogramme 97

**V**

Verhaltensbezogene Hemmnisse 58  
Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen  
97

**W**

Wettbewerbsfähigkeit 5  
Wirkung 59, 70

**Z**

Zufriedenheit in Bezug auf die  
Nützlichkeit 98